

第25回 プラント配管用ばね式防振器

日本発条(株) 小林 隆志

1 はじめに

ばね式防振器は、各種プラントに設置されているコイルばねを使用した配管防振装置の一種である。それらの製品を紹介する。

2 ばね式防振器の特徴と使用例

コイルばねの反力を防振力として利用している。プラント業界で使用される防振器は他にも油圧式や機械式があるが、ばね式は他方式と比較して設置コスト・管理コストも安く、防振効果も高いことから幅広く使用されている。



図1 ばね式防振器(左が揺動防止タイプ、右が振動防止タイプ)

主にプラントでの配管の機械振動や外力による振動の抑制を目的として設置されている。具体的には、タービン、ポンプなどの回転機器の影響、地震による揺れ、バルブの開閉による衝撃、気液混合の流体によるサージング、船舶等の配管の揺れなどの抑制に適用される。図2にプラント配管での一般的な使用例を示す。

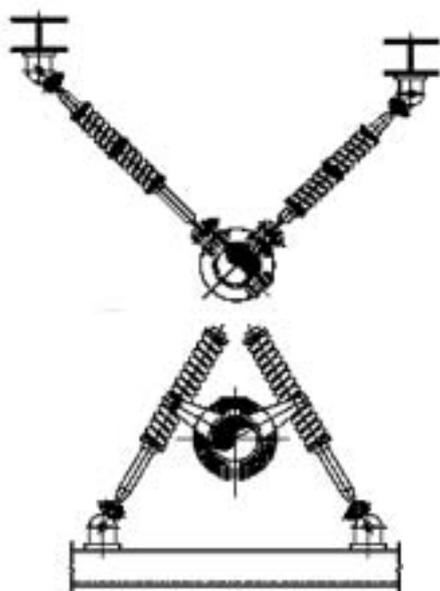


図2 配管への使用例

3 ばね式防振器の効果

配管の振動抑制は振動部を拘束することが一番効果的である。そのような装置はストラット(またはロッドレストレイント)と呼ばれている。しかし、ストラットのような完全拘束では振動以外の変位である熱膨張変位をも拘束してしまうため、配管への大きな抵抗となってしまう、不要な応力増加や配管破損の要因となってしまう。つまり、安易な設置は非常に危険が増してしまうのである。これに対しばね式防振器は配管の熱移動が可能であるため、配管やサポートへ過大な抵抗とならず、安心して使用ができる。

4 ばね式防振器の構造と変位・荷重特性

広義に言えば、ストラットにコイルばねがついて伸び縮みできるようにしたものである。しかし厳密には用途に応じて2タイプが存在する。両タイプの構造と荷重特性の違いを端的に述べると以下のようになる。

(1) 揺動防止タイプ

コイルばねを2個使用してばね座(A)を挟んだ構造である。ばね定数が純粋に振動抑制の基準となる。つまり、大きな振幅についてその振幅を減少させる効果がある。しかし、振動荷重に対して必ず変位が発生し、その変位を完全に無くすことは不可能である。このタイプは主に船舶配管の揺動防止に使用されている。

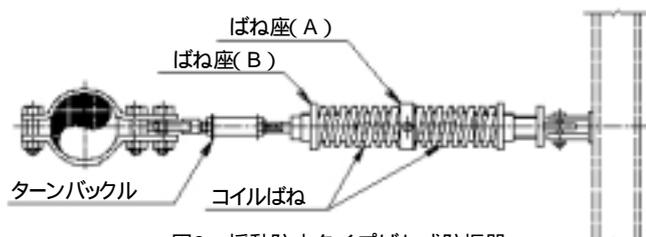


図3 揺動防止タイプばね式防振器

(2) 振動防止タイプ

コイルばねを1個使用した構造である。あらかじめコイルばねを圧縮しており、それによって生じている初期荷重以下の振動荷重については変位しない。すなわちストラットと同様の状態であり、この状態が最も防振効果の発揮する状態である。初期荷重以上の振動荷重が作用すると初めて変位が発生する。



図4 振動防止タイプばね式防振器

図5は揺動防止タイプの変位 - 荷重線図と防振器の動きの関係である。防振器には初期たわみ i を与えている。コイルばね1個あたりのばね定数 k 、配管の振幅を o としたとき、 $o < i$ ならば、防振力は $2k \cdot o$ である。 i を超えた振幅の領域では一方のコイルばねがばね座から離れフリーとなり、よって防振力は $k \cdot o$ である。

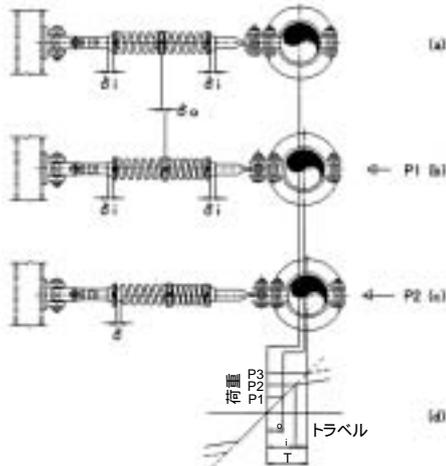


図5 揺動防止タイプの変位 - 荷重特性

図6は振動防止タイプの変位 - 荷重線図と防振器の動きの関係である。振動荷重 P_i が初期荷重よりも下回っている場合では変位はなくストラットと同様の状態である。熱膨張 T が見込まれる場合は、プリセットピースという治具を使用して、 T 分の熱膨張をあらかじめ見越して変位させた状態で据付をする。据付後プリセットピースを外すと配管に P_a の荷重が作用した状態になるが、これは、運転前の状態で配管に静的荷重が作用することであるので、静解析によって配管の応力評価をしておくことと万全である。つまり、設置ポイントの選定時、熱膨張が少なくかつ前途の静的荷重に対して静解析結果が大きく変化しないようなポイントを選択することが望ましいといえる。

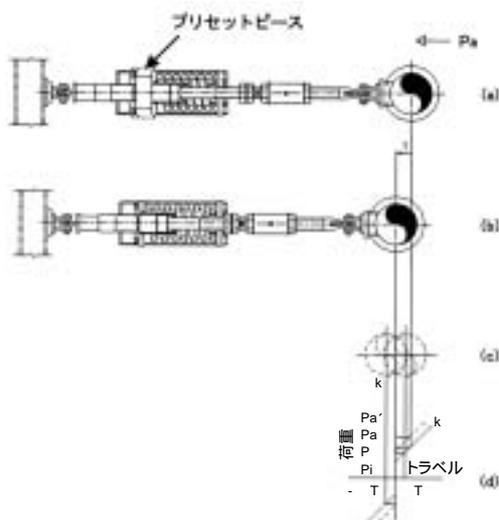


図6 振動防止タイプの変位 - 荷重特性

5 振動防止タイプの構造上のポイント

耐震で使用される振動防止タイプは、圧縮・引張の両方向に対して同様に作動することが求められている。以下に図を用いてこの構造を説明する。振動防止タイプは3つのばね座を内蔵し、圧縮・引張両方向の同等な使用が可能になるように設計されている。図7に非変位状態、図8および図9に圧縮・引張による変位状態を示す。このような構造にすることにより、1本のばねで圧縮・引張の両方向に防振効果を発揮できるようにしている。

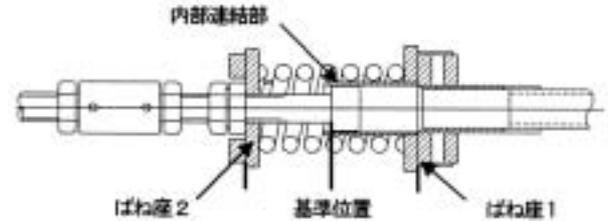


図7 非変位時の状態(非変位の状態では、ばね座1・2・内部連結部ともに接面している)

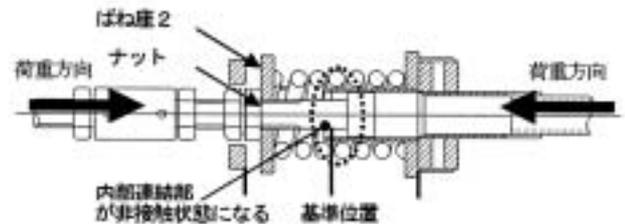


図8 圧縮による変位時の状態(ナットがばね座2を押し、ばねが圧縮される。内部連結部は非接触)

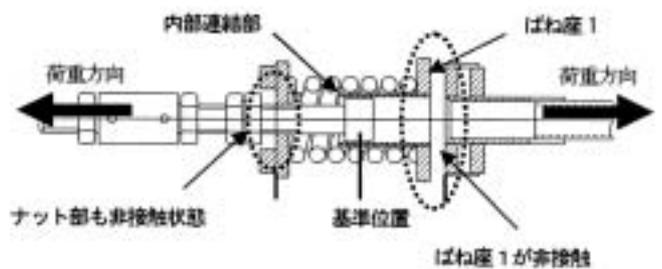


図9 引張による変位時の状態(ロッドが内部連結部を引っ張り、内部連結部と対のばね座1が離れる。この時ナットとばね座2の接面部も同様に非接触となる)

振動防止型の場合、最も防振力を発揮するのはストラットと同様の効果を期待できる原点の位置、つまり2つのばね座と内部連結部が全て接触している位置である。

6 おわりに

近年は耐震基準の見直しなどで既存プラントからも需要が非常に高まっている。プラントの安全を守るキーパーツとして認識していただければ幸いです。